

General Disclaimer

One or more of the Following Statements may affect this Document

- This document has been reproduced from the best copy furnished by the organizational source. It is being released in the interest of making available as much information as possible.
- This document may contain data, which exceeds the sheet parameters. It was furnished in this condition by the organizational source and is the best copy available.
- This document may contain tone-on-tone or color graphs, charts and/or pictures, which have been reproduced in black and white.
- This document is paginated as submitted by the original source.
- Portions of this document are not fully legible due to the historical nature of some of the material. However, it is the best reproduction available from the original submission.

E83-10065

CR-169576

Made available under NASA sponsorship
in the interest of early and wide dis-
semination of Earth Resources Survey
Program information and without liability
for any use made therefrom.



SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO



RECEIVED BY
NASA STI FACILITY

DATE 9/22/82

DCAF NO. 002949

PROCESSED BY

☒ NASA STI FACILITY

☐ ESA-SDS ☐ AIAA

(E83-10065) AN AUTOMATIC AGRICULTURAL ZONE
CLASSIFICATION PROCEDURE FOR CROP INVENTORY
SATELLITE IMAGES (Instituto de Pesquisas
Espaciais, Sao Jose) 11 p HC A02/MF A01


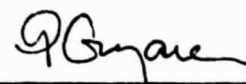

N83-14574

Unclass

CSCL 02C G3/43 00065



INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS

1. Publicação nº INPE-2482-PRE/166	2. Versão	3. Data Julho, 1982	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem DIN/DPI	Programa SAFRAS		
6. Palavras chaves - seleccionadas pelo(s) autor(es) PREVISÃO DE SAFRAS ESTIMATIVA DE ÁREA IMAGENS DE SATÉLITE			
7. C.D.U.: 528.711.7:631.55			
8. Título UM PROCEDIMENTO AUTOMÁTICO PARA CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS AGRÍCOLAS EM IMAGENS DE SATÉLITE, PARA USO EM PREVISÃO DE SAFRAS		10. Páginas: 12	
		11. Última página: 07	
		12. Revisada por	
9. Autoria Gilberto Câmara Neto Flávio Roberto Dias Velasco Misae Odo Bueno de Oliveira		 Getúlio Batista	
Assinatura responsável 		13. Autorizada por  Nelson de Jesus Parada Diretor	
14. Resumo/Notas Experimentos de previsão de safras em grande escala que utilizam imagens de satélite, tais como o projeto LACIE (feito nos E.U.A.), indicaram a importância de procedimentos de classificação adequados; tais procedimentos objetivam a medida da proporção de culturas agrícolas em segmentos de imagens de satélite, com a consequente agregação dos resultados em um sistema integrado de previsão de safras. Com este objetivo, vem sendo desenvolvido no INPE um procedimento interativo que envolve analista e computador, com quatro fases distintas: a) rotulação e treinamento; b) classificação; c) estimativa de proporção; d) avaliação e aprovação. Este procedimento tem ainda as seguintes características: 1) uso de várias passagens de satélites sobre a mesma área (classificação multitemporal); 2) necessidade de um mínimo de informação de campo; 3) capacidade de verificação entre classificação automática (feita por computador) e rotulação do analista. Neste trabalho apresenta-se uma descrição do fluxo de processamento, bem como discutem-se os principais algoritmos envolvidos. Dar-se-á ênfase, ainda, aos resultados obtidos e às perspectivas futuras dessa tecnologia.			
ORIGINAL PAGE IS OF POOR QUALITY			
15. Observações Trabalho submetido para apresentação na 34ª Reunião da SBPC, 06 a 14 de julho de 1982, Campinas, São Paulo.			

ABSTRACT

Large area crop inventory experiments based on satellite data, such as the LACIE project, carried out in the US, have shown the importance of selecting adequate classification procedures; these procedures have the objective of assessing crop areal proportion in an MSS image and the results are aggregated using statistical methods to provide stratum estimates. A procedure is being developed at INPE for that application, divided into four parts: a) labeling; b) classification; c) proportion estimation; d) evaluation. The procedure also has the following characteristics: 1) multitemporal classification; 2) the need for a minimum field information; 3) verification capability between automatic classification and analyst labeling. In this work, a description of the processing steps is given, and the main algorithms involved are discussed. An outlook on the future of this technology is also presented.

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUÇÃO	1
2. DESCRIÇÃO DO PROCEDIMENTO	3
2.1 - Rotulação - Treinamento	3
2.2 - Classificação	4
2.3 - Estimativa da Proporção de cultura no segmento	5
2.4 - Avaliação - Aprovação	6
3. CONCLUSÃO	6
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	7

1. INTRODUÇÃO

O Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) vem desenvolvendo um sistema de estimativa de safras agrícolas para as culturas de cana-de-açúcar, soja e trigo, a nível nacional, baseado, principalmente, em informações colhidas por satélites. As atividades do sistema de previsão de safras são as seguintes:

- estimativa de área plantada;
- estimativa de produtividade;
- integração da área e produtividade para a obtenção da produção das culturas.

A metodologia proposta para a estimativa de área de uma dada cultura, para fins de previsão de safras, é a de amostragem estratificada, que envolve os seguintes passos:

- 1) A região em estudo é dividida em zonas homogêneas, distribuídas de acordo com características de clima, solos e técnicas agrícolas comuns.
- 2) Cada zona homogênea é particionada em estratos.
- 3) Para cada estrato são escolhidas, de maneira aleatória, unidades amostrais denominadas segmentos.
- 4) A proporção da cultura em cada segmento é determinada.
- 5) As proporções estimadas para os segmentos são agregadas e é estimada a área da cultura no estrato.
- 6) As áreas dos estratos obtidos no passo 5 são agregadas e assim é obtida a área da cultura para a zona; a união das áreas estimadas para as zonas fornece a área total da cultura para a região.

O presente trabalho apresenta um procedimento para determinação da proporção de cultura nos segmentos (unidades amostrais). O procedimento deverá envolver a participação de analistas (agrônomos, foto-intérpretes) e computadores, e funcionará de modo interativo, com quatro fases distintas:

- rotulação e treinamento;
- classificação;
- estimativa de proporção;
- avaliação e aprovação.

Este procedimento tem as seguintes características:

- (a) Com o intuito de aumentar a discriminabilidade da cultura, o procedimento usa várias passagens do satélite. Para isto, segmentos obtidos em várias datas distintas serão digitalmente sobrepostos ("registrados").
- (b) O uso de informação de campo ("verdade terrestre") deverá ser minimizado, em função do alto custo geralmente associado a este tipo de dado.
- (c) O procedimento dispõe ainda de capacidade de verificação entre a classificação automática (feita por computador) e a rotulação do analista.

Experimentos anteriores, como o LACIE (Experimento para Previsão de Safras de Grandes Áreas), realizado nos E.U.A., evidenciaram a importância do uso de métodos adequados para estimativa de proporção das culturas nas unidades amostrais. O procedimento desenvolvido é baseado na experiência do LACIE (Heydorn et alii 1978), como também em trabalhos anteriores realizados no INPE, nas áreas de Reconhecimento e Classificação de Imagens.

2. DESCRIÇÃO DO PROCEDIMENTO

O Procedimento de determinação da proporção de cultura nos segmentos consiste em quatro fases distintas: rotulação - treinamento, classificação, estimação da proporção de cultura no segmento e avaliação-aprovação, com o fluxo de processamento ilustrado na Figura 1.

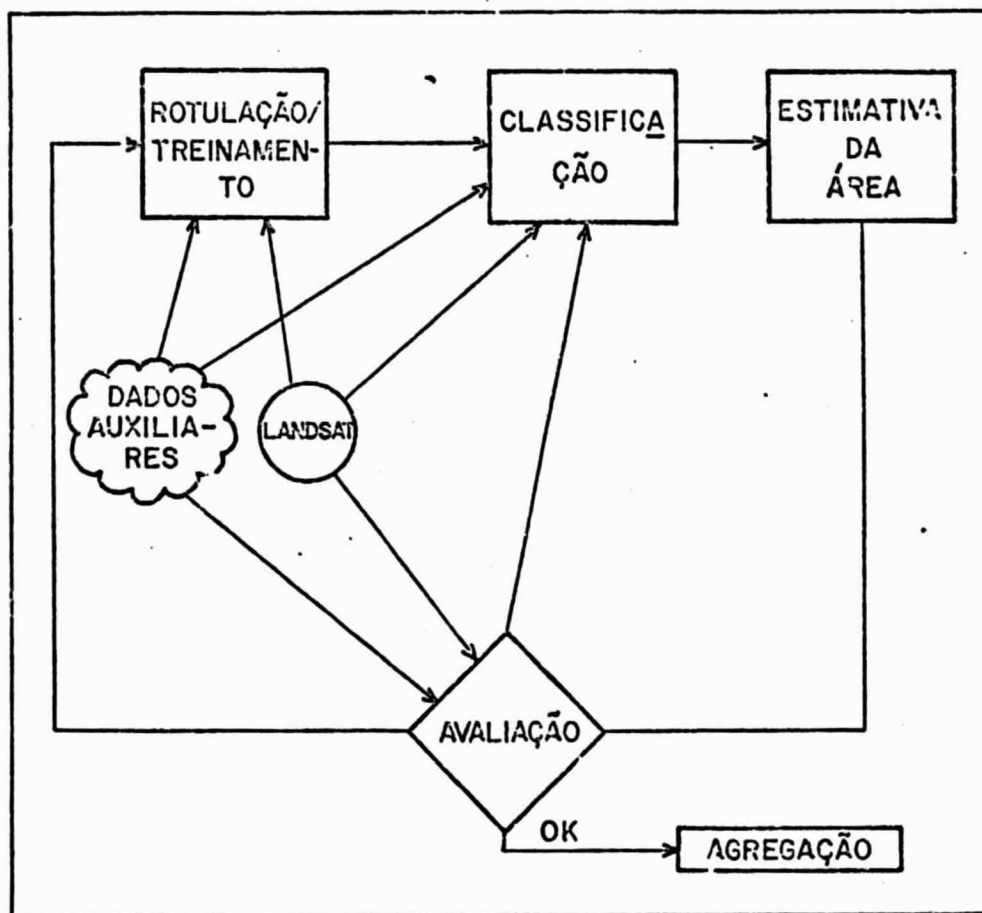


Fig. 1 - Fluxo de processamento.

2.1 - ROTULAÇÃO - TREINAMENTO

Nesta fase, o analista manualmente rotula pontos de imagem, com dois objetivos: (1) fornecer observações necessárias para estimar parâmetros para a classificação; e (2) dar subsídios para testar a

qualidade das estimativas. Para a rotulação, são escolhidos aleatoriamente dois subconjuntos de pontos em um segmento (denominados tipo 1 e tipo 2); os pontos do tipo 1 são utilizados para "treinar" o classificador e os do tipo 2, para a estimativa de erro e correção de tendência da classificação.

O analista poderá atribuir apenas dois rótulos aos pontos: cultura "x" (por exemplo, soja) e "outros" (exemplos, pastagem); estas também serão as classes resultantes da classificação. Alguns refinamentos são introduzidos nesse procedimento proposto pelo INPE, em relação à "Procedure 1" do LACIE (Heydorn et alii, 1978). Mais especificamente, as imagens a serem rotuladas poderão, a critério do analista, não corresponder às cenas originalmente geradas pelo satélite LANDSAT, mas sim a novos gerados a partir das imagens originais por transformações e filtragens; duas possibilidades se apresentam: a obtenção de novos canais representativos de "brilho" (cobertura do solo) e "verde" (crescimento da vegetação), por meio da transformação de "tasseled cap" (Kauth and Thomas, 1976); e a extração de atributos espaciais por meio de filtros locais, que procuram levar em conta a informação da textura da imagem para a classificação (Dutra e Mascarenhas, 1980).

Além disso o analista disporá, a exemplo do que acontece no LACIE (Spiers and Patterson, 1978), de informação adicional respeito dos pontos a serem rotulados, com a finalidade de ressaltar características do desenvolvimento da cultura. Esta informação consiste: (1) na aplicação da transformação de "tasseled cap" aos pontos de interesse e determinação das coordenadas de "brilho" e "verde"; (2) na determinação do espalhamento espectral desses pontos para cada passagem e da trajetória espectral de cada ponto (valores de "brilho" e "verde" em cada passagem).

2.2 - CLASSIFICAÇÃO

A operação de classificação separa cada ponto do segmento em duas classes: cultura "x" e "outros", de acordo com a regra de máxi

ma verossimilhança. Adicionalmente, supõe-se que as classes cultura "x" e "outros" são divididas em subclasses, espectrais, considerando-se que a distribuição de cada uma delas seja gaussiana. O número de subclasses e os pontos que compõem cada subclasse são determinados através de um algoritmo de aglomeração ("clustering") do tipo "vizinho-mais-próximo", que utiliza os pontos do tipo 1 como sementes. A partir dos pontos de cada agregamento, são calculados os parâmetros das distribuições (média e matriz de covariância) de cada subclasse. As subclasses são então rotuladas (cultura x e "outros") pelo critério de mínima distância euclidiana. O rótulo da subclasse é o rótulo do ponto de tipo 1 mais próximo.

Por fim, todos os pontos do segmento são classificados segundo a regra de máxima verossimilhança.

2.3 - ESTIMAÇÃO DA PROPORÇÃO DE CULTURA NO SEGMENTO

O resultado da classificação é usado para a estimação de proporção de cultura no segmento. Nesta fase, os "pontos-teste" rotulados pelo analista na fase de rotulação-treinamento são utilizados para corrigir eventuais tendências ("bias") na classificação.

De maneira simplificada, o procedimento de correção de tendência obtém o estimador \hat{p} para a proporção de cultura no segmento a partir da equação:

$$\hat{p} = \hat{p}_{11} \cdot \lambda + \hat{p}_{10}(1 - \lambda), \quad (1)$$

onde \hat{p}_{11} é a razão entre o número de pontos do tipo 2, denominados classe 1 (cultura "x") pelo analista e classificados como classe 1 pela máquina, e o número de pontos do tipo 2, classificados pelo computador como classe 1; e \hat{p}_{10} é a razão entre o número de pontos do tipo 2, denominados classe 1 pelo analista e classificados como classe 0 ("outros") pela máquina, e o número de pontos do tipo 2, classificados como classe 0 pelo computador; λ é a razão entre o número de pontos classificados como classificados como classe 1 pela máquina e o número de pontos do segmento.

2.4 - AVALIAÇÃO - APROVAÇÃO

O resultado da estimação é submetido ao analista para aprovação; a seu critério, um ou mesmo todos os passos do procedimento poderão ser refeitos. Para a avaliação são também utilizados mapas de classificação. Uma vez obtida a proporção de cultura para cada segmento, os dados são agregados para fornecer a área plantada em uma determinada região.

3. CONCLUSÃO

O procedimento apresentado deve ser encarado como uma primeira aproximação de uma metodologia satisfatória para estimativa de áreas agrícolas em imagens de satélite; com base na experiência adquirida, futuros desenvolvimentos procurarão melhorar o desempenho do procedimento. Apontam-se aqui algumas áreas críticas, que certamente mereçam estudos posteriores:

- a) O algoritmo de aglomeração para obtenção das subclasses ("vizinho-mais-próximo") é muito simples para ser ótimo. O desenvolvimento de algoritmos mais sofisticados, que utilizem informação espacial juntamente com a espectral, deverá melhorar o desempenho da fase de classificação.
- b) A rotulação de pontos isolados pelo analista pode ser uma fonte de erro, devido a diversos fatores como a mistura de classes dentro de um ponto. Uma alternativa seria fazer com que o analista rotulasse "regiões homogêneas" obtidas previamente através de aglomeração.
- c) A hipótese gaussiana para a distribuição das subclasses e o algoritmo de classificação por máxima verossimilhança podem não ser os mais adequados para o problema, dada a heterogeneidade das características disponíveis. Algoritmos mais apropriados à natureza dos dados serão, certamente, objeto de futuras pesquisas.

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DUTRA, L.V.; MASCARENHAS; N.D.A. *Extração de atributos espaciais em imagens multiespectrais*. São José dos Campos, INPE, 1980. (INPE-1885-RPE/229).
- HEYDORN, R.P.; BIZZELL, R.M.; QUIREIN, J.A.; ABOTTEEN, K.M.; SUMNER, C. A. Classification and mensuration of LACIE segments. In: LACIE SYMPOSIUM, Houston, 1978. *Proceedings*. Houston, NASA/JSC, 1978, p. 73-86.
- KAUTH, R.; THOMAS, G. The tasseled cap: a graphic description of spectral-temporal development of agricultural crop as seen in LANDSAT. In: MACHINE PROCESSING OF REMOTELY SENSED DATA, 3., West Lafayette, 1976. *Proceedings*. West Lafayette, Purdue University, 1976, p. 413-441.
- SPIERS, B.E.; PATTERSON, R.L. Ancillary data acquisition for LACIE. In: LACIE SYMPOSIUM, Houston, 1978. *Proceedings*. Houston, NASA/JSC, 1978, p. 157-162.